

⑯ BUNDESREPUBLIK

DEUTSCHLAND



DEUTSCHES

PATENTAMT

⑯ Offenlegungsschrift  
⑯ DE 43 40 046 A 1

⑯ Int. Cl. 6:

H 01 B 12/16

H 01 B 12/12

H 01 B 12/06

H 01 B 3/42

⑯ Aktenzeichen: P 43 40 046.9

⑯ Anmeldetag: 24. 11. 93

⑯ Offenlegungstag: 1. 6. 95

DE 43 40 046 A 1

⑯ Anmelder:

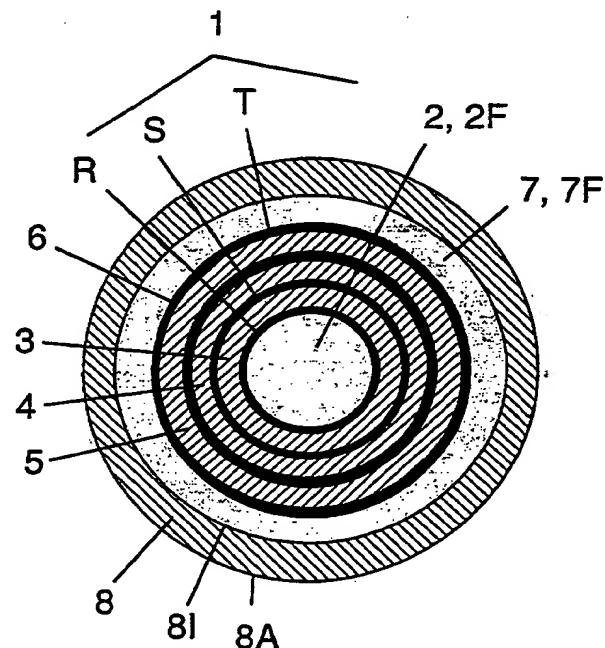
ABB Patent GmbH, 68309 Mannheim, DE

⑯ Erfinder:

Knaak, Wolfgang, Dr., 69121 Heidelberg, DE

⑯ Supraleitendes Kabel

⑯ Die Erfindung bezieht sich auf ein supraleitendes Kabel (1) für den Wechselstrombetrieb. Erfindungsgemäß ist nur ein Rückleiter (6) für die drei Phasenleiter (R, S, T) vorgesehen. Die Phasenleiter (R, S und T) sind aus einem supraleitenden keramischen Material gefertigt. Zusätzlich sind die Phasenleiter (R, S, T), der Rückleiter (6) sowie die Kühlkanäle (2 und 7) konzentrisch zueinander angeordnet.



DE 43 40 046 A 1

Die folgenden Angaben sind direkt vom Anmelder eingereicht in Unterlagen entnommen

BUNDESDRUCKEREI 04.95 508 022/118

4/30

## Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf ein supraleitendes Kabel für Wechselströme gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruches 1.

Supraleitende Kabel für die Wechselströme gewinnen in vermehrtem Maße an Bedeutung, da hiermit eine verlustarme Übertragung möglich ist. Es sind bereits supraleitende Kabel für die Wechselstromanwendung bekannt, doch weisen sie einen komplexen Aufbau auf, der die Herstellung dieser Kabel sehr teuer macht. Dieses ist ein wesentlicher Hinderungsgrund für den großtechnischen Einsatz dieser Kabel. Bei den bekannten Kabeln dieser Art sind die Phasenleiter aus metallischem supraleitendem Material gefertigt. Dieses erfordert getrennte Kühlungen für jede Phase. Der Raum innerhalb der Phasenleiter dient hierbei als Kanal für die Kühlflüssigkeit, wobei ausschließlich flüssiges Helium für die Kühlung benutzt wird.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein supraleitendes Kabel für Wechselströme aufzuzeigen, dessen Aufbau kompakter, materialsparender und dessen Kühlvorrichtung kleiner ist als bei bekannten Kabeln dieser Art.

Diese Aufgabe wird erfundungsgemäß durch die Merkmale des Patentanspruches 1 gelöst.

Das supraleitende Kabel ist so ausgebildet, daß für die drei Phasenleiter R, S und T nur ein gemeinsamer Rückleiter vorgesehen ist. Zusätzlich sind die Phasenleiter, der Rückleiter sowie die Kühlkanäle konzentrisch zueinander angeordnet. Durch diese Maßnahmen erhält das supraleitende Kabel einen sehr kompakten Aufbau. Die Kühlung des Kabels erfolgt mit flüssigem Stickstoff. Zwischen den Phasenleitern R, S und T sowie dem Rückleiter und den Kühlkanälen ist jeweils eine elektrische Isolation angeordnet. Diese ist aus Polyethylen oder Polypropylen gefertigt. Das Kabel wird nach außen hin durch eine Vakuumisolation begrenzt. Die Kühlflüssigkeit wird im Kern des Kabels hin und in einem Ringkanal, der sich unmittelbar an die Vakuumisolation anschließt, zurückgeleitet.

Weitere erfundungswesentliche Merkmale sind in den Unteransprüchen gekennzeichnet.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand einer schematischen Zeichnung näher erläutert.

Die einzige zur Beschreibung gehörige Figur zeigt ein supraleitendes Kabel 1 im Vertikalschnitt. Der Kern 2 des Kabels wird durch einen Kanal 2 mit einem Durchmesser von 50 bis 200 mm gebildet, durch den Kühlflüssigkeit 2F geleitet wird. Ein anderer Durchmesser kann ebenfalls gewählt werden. Bei dem hier beschriebenen Ausführungsbeispiel wird für die Kühlung flüssiger Stickstoff verwendet. Der Kanal 2 wird durch den ersten Phasenleiter R begrenzt. Der Mantel des Kanals 2, der gleichzeitig den Phasenleiter R bildet, ist deshalb mit einem supraleitenden Material belegt. Vorzugsweise wird der Phasenleiter R aus supraleitenden Bändern gebildet. Für die Herstellung der Bänder werden Hülsen aus Silber mit einem keramischen Material gefüllt, das nach einer Wärmebehandlung supraleitende Eigenschaften aufweist. Vorzugsweise werden die Hülsen (hier nicht dargestellt) mit pulverförmigem Wismutkuprat (BiSrCaCuO) gefüllt. Anschließend werden die Hülsen zu flachen Bändern (hier nicht dargestellt) gewalzt. Diese Bänder werden auf einen Dorn (hier nicht dargestellt) gewickelt, wobei der R-Leiter ausgebildet wird. Die Dicke des R-Leiters beträgt vorzugsweise 0,1 bis 10 mm. Um den ersten Phasenleiter R wird eine

elektrische Isolation 3 angeordnet. Diese wird aus Polyethylen oder Polypropylen gefertigt. Hierfür werden um den Phasenleiter R Bänder aus diesen Materialien gewickelt, bis die Isolation 3 die gewünschte Dicke aufweist. Bei dem hier dargestellten Ausführungsbeispiel beträgt die Dicke der Isolation vorzugsweise 10 bis 50 mm. An die Isolation 3 schließt sich der zweite Phasenleiter S an. Dieser wird wiederum durch Bänder aus supraleitendem Material gebildet. Diese werden um die Isolation 3 gewickelt. Der Phasenleiter S weist die gleiche Stärke wie der Phasenleiter R auf. An den Phasenleiter S schließt sich eine weitere Isolation 4 an. Diese ist in gleicher Weise und gleicher Stärke ausgebildet wie die Isolation 3. Auf die Isolation 4 folgt der dritte Phasenleiter T, der in gleicher Weise und in gleicher Stärke wie die Phasenleiter R und S gefertigt ist. An den Phasenleiter T schließt sich eine weitere Isolation 5 an, die in gleicher Weise wie die Isolationen 3 und 4 ausgebildet ist. Die Dicke der Isolation 5 hat jedoch nur etwa 60% von der Dicke der Isolationen 3 und 4. Nach außen wird die Isolation 5 durch den Rückleiter 6 begrenzt. Dieser Rückleiter 6 hat bei symmetrischer Last nur wenig Strom zu tragen, und kann daher aus einem herkömmlichen leitenden Material, vorzugsweise aus Kupfer gefertigt werden. Seine Dicke beträgt bei dem hier dargestellten Ausführungsbeispiel einige mm. Der Rückleiter 6 dient gleichzeitig als Begrenzung für einen sich daran anschließenden ringförmigen Kühlkanal 7, durch den ebenfalls flüssiger Stickstoff geleitet wird. Der Durchmesser des Kühlkanals 7 beträgt vorzugsweise 150 bis 500 mm. Nach außen wird der Kühlkanal 7 von einer Vakuumsuperisolations 8 begrenzt. Diese weist eine innere Begrenzungsfläche 8I und eine äußere Begrenzungsfläche 8A auf. Zwischen den beiden Begrenzungsfächern ist ein Ringraum vorgesehen, der mit einer Superisolations ausgefüllt und evakuiert ist. Als Isolationsmaterial können beispielsweise mit Al bedampfte Kunststofffolien verwendet werden.

## Patentansprüche

1. Supraleitendes Kabel (1) für Wechselströme mit Phasen- und Rückleitern (R, S, T, 6), Kühlkanälen (2, 7) und einer nach außen begrenzenden Vakuumisolation (8), dadurch gekennzeichnet, daß für alle drei Phasenleiter (R, S, T) ein gemeinsamer Rückleiter (6) vorgesehen ist, und daß die Leiter (R, S, T, 6) und die Kühlkanäle (2, 7) konzentrisch zueinander angeordnet sind.

2. Supraleitendes Kabel nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der erste Phasenleiter (R) den als Kühlkanal (2) dienenden Kern des Kabels (1) begrenzt, daß zwischen dem ersten und dem zweiten Phasenleiter (R, S), dem zweiten und dem dritten Phasenleiter (S, T) sowie dem dritten Phasenleiter (T) und dem Rückleiter (6) jeweils eine elektrische Isolationsschicht (3, 4, 5) definierter Dicke angeordnet ist, daß zwischen dem Rückleiter (6) und der Vakuumsuperisolations (8) ein als Kühlkanal dienender Ringkanal (7) vorgesehen ist, und daß die Phasenleiter (R, S, T) aus einem supraleitenden Material gefertigt sind.

3. Supraleitendes Kabel nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß jeder Phasenleiter (R, S, T) aus supraleitenden Bändern hergestellt ist, und daß die Bänder aus flachgewalzten Hülsen bestehen, die aus einem Sauerstoff durchlässigen Metall gefertigt sind, und in die ein kerami-

sches supraleitendes Material gefüllt ist.  
4. Supraleitendes Kabel nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Phasenleiter (R, S und T) aus Bändern hergestellt sind, die aus Hülsen aus Silber gefertigt sind, in die Wismutkuprat ( $\text{BiSrGaCuO}_3$ ) gefüllt ist. 5  
5. Supraleitendes Kabel nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß für die Kühlung der supraleitenden Phasenleiter (R, S, T) flüssiger Stickstoff durch die Kanäle (2 und 7) leitbar ist. 10  
6. Supraleitendes Kabel nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß der Rückleiter (6) aus Kupfer gefertigt ist.  
7. Supraleitendes Kabel nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Isolations- 15 schichten (3, 4, 5) zwischen den Phasenleitern (R, S und T) aus Polyethylen oder Polypropylen gefertigt sind.  
8. Supraleitendes Kabel nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Vakuum- 20 superisolation aus Kunststofffolien gefertigt ist, die mit Aluminium bedampft sind.

---

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

25

30

35

40

45

50

55

60

65

